Zur Biologie der Holzgewächse im südlichen Chile.

Von

Dr. F. W. Neger
Concepcion, Chile.

(Mit Tafel VI.)

Das Klima des hier in Betracht kommenden Teiles von Südchile (37° bis 40° s. Br.) wird, kurz gesagt, durch folgende Factoren bestimmt: Aus der geographischen Breite geht ohne weiteres hervor, dass die von der Sonne ausgehende Licht- und Wärmemenge im Sommer sehr bedeutend ist. Dem steht eine für diese Breite auffallend große Anzahl von Regentagen und eine fast an tropische Verhältnisse heranreichende Regenmenge gegenüber[1]).

Die Pflanze — besonders die ausdauernde — kommt also in die Lage, sich einerseits gegen ein Übermaß von Licht und Wärme, andererseits eventuell vor einem Mangel dieser beiden wichtigen Agentien des pflanzlichen Lebens und schließlich gegen einen Überschuss von Regen zu schützen. Als weitere, nicht zu unterschätzende klimatische Factoren sind der fast während des ganzen Sommers wehende, sehr trockene Südwind und im Winter der mit Wasserdämpfen übersättigte Nordwind zu erwähnen.

Die genannten Gegensätze fand ich im andinen Gebiet besser ausgeprägt als in den Küstengegenden, weshalb ich mich bei der Behandlung der durch klimatische Einflüsse hervorgerufenen biologisch bedeutsamen Einrichtungen einzelner Organe hauptsächlich auf die Verhältnisse des subandinen Urwalds Araucaniens beziehe, ohne indessen charakteristische Erscheinungen der Küstenregionen und südlicher gelegener Gegenden außer Acht zu lassen.

Was zunächst die abnorm große Regenmenge betrifft, so ließe dieselbe Anpassungsformen erwarten, welche auf eine möglichst schnelle und

1) Vergl. BERGHAUS' phys. Atlas oder auch HARTLEBEN's Volksatlas Taf. 9.

vollkommene Ableitung des Regenwassers hinzielen, etwa die Ausbildung von Träufelspitzen[1]).

Reiche[2]) hat in dem — freilich kaum regenreicheren — Gebiet des Palenaflusses vergebens nach Träufelspitzen gesucht. Er sagt in seiner Abhandlung: »Abgesehen von der Stachelspitze einiger Myrtaceen ist keine Spur von Träufelspitzen zu finden«. Ich möchte mir demgegenüber die Bemerkung erlauben, dass es mir nicht am Platz scheint, die Stachelspitzen der Myrtaceen in diesem Zusammenhang zu erwähnen. Keine Myrtacee hat hängende Blätter; im Gegenteil, die Blätter der meisten Arten dieser Familie sind senkrecht aufwärts gerichtet; von Träufelspitzen dürfte aber doch wohl nur bei hängenden Blättern die Rede sein.

Soweit ich den antarktischen Urwald kenne, muss ich freilich die Beobachtung Reiche's bestätigen, dass dort Träufelspitzen von so ausgeprägter Form, wie Stahl, Jungner u. A. sie in tropischen Wäldern beobachtet haben, nicht zu finden sind. Was ferner den Wert betrifft, den solche Träufelspitzen — oder allgemeine Einrichtungen zur schnellen Ableitung des Regenwassers — für die Pflanze haben könnten, so glaube ich, dass Hr. Reiche denselben unterschätzt.

Abgesehen von den durch starke Regengüsse und das Gewicht des auf den Blättern sich ansammelnden Wassers hervorgerufenen mechanischen Störungen, möchte ich folgende Thatsache ins Feld führen:

Im Urwald der Provinzen Chiloë und Llanquihue beobachtete ich in großer Verbreitung mehrere oberflächlich wachsende Pilze, besonders Perisporiaceen. Verwandte des *Cladosporium Fumago* bedecken oft mächtige Bäume (*Fagus Dombeyi, Weinmannia trichosperma, Laurelia aromatica*), an allen ihren Teilen mit einem dichten, schwarzen Überzug, welcher sicher nicht ohne schädlichen Einfluss auf die Transpirationsthätigkeit der Pflanze bleibt. Ein ähnlicher Pilz hat auf Juan Fernandez ganze Wälder zu Grunde gerichtet (nach Johow). Derartigen Parasiten wird aber durch stehenbleibendes Wasser Vorschub geleistet. Ich erinnere an die von *Antennaria scoriadea* ausgestoßenen Sporenranken des häufigsten chilenischen Rußthaus, welche erst im Wassertropfen zerfallen (Centralbl. f. Bact. und Parasitenkunde II. Abt. Bd. 1. p. 540).

Weiterhin wird — und dies scheint mir nicht die geringste Gefahr zu sein — das die Blätter benetzende Wasser die Transpiration bedeutend beeinträchtigen. Aus der Thatsache, dass die Luft im Winter wochen- und monatelang mit Wasserdampf fast gesättigt ist, geht hervor, dass die Verdunstung während dieser Zeit ohnehin auf ein Minimum beschränkt ist.

1) E. Stahl, Regenfall und Blattgestalt. Bot. Ztg. 1893. Nr. 10.
J. R. Jungner, Anpassungen der Pflanzen etc. Bot. Centralbl. 1891.
—— Über Regenblätter, Thaublätter und Schneeblätter. Ebda. 1895.

2) C. Reiche, Apuntes sobre la vejetacion en la boca del rio Palena. An. d. l. Universidad Santiago 1895.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, erscheinen also Einrichtungen zur Unschädlichmachung oder Ableitung des Wassers wohl angebracht. Ich glaube, dass dieselben auch thatsächlich vorhanden sind; nur suche ich sie nicht ausschließlich in der verlängerten Spitze des Blattes.

Die Gesamtheit der den südchilenischen Laubwald vorzüglich zusammensetzenden Holzgewächse lässt sich nach der Stellung und Natur der Blätter mit größter Bestimmtheit in zwei Typen trennen:

a) Bäume (Sträucher) mit aufwärts gerichteten, nach unten eingerollten, vorn stumpfen Blättern, deren Consistenz oft im höchsten Grade lederartig ist.

b) Bäume (Sträucher) mit abwärts hängenden (zuweilen nach oben eingerollten), spitzigen Blättern, deren Consistenz kaum lederartig oder vollständig krautartig ist.

Dem Typus a) ordnen sich in mehr oder weniger vollkommener Weise unter:

Persea lingue,
Aextoxicum punctatum,
Lomatia dentata,
Azara integrifolia,
Eugenia multiflora,
E. apiculata,
Myrtus luma,
Temu divaricatum,
mehrere *Escallonia*-Arten,
Daphne pillo pillo,
D. andina,
Boldoa fragrans,
Eucryphia cordifolia,
(*Flotowia diacanthoides*).

(Die Blätter von *Eugenia apiculata* und *Myrtus luma* sind vorn abgerundet und nur mit einer kurzen Stachelspitze versehen.)

Dem Typus b) gehören an:

Aristotelia maqui,
Buddleya globosa,
Solanum crispum und andere *Solanum*-Arten,
Aralia valdiviana,
Podanthus ovalifolius,
Leptocarpha rivularis,
(*Cestrum parqui*).

Nur wenige Bäume mit einigermaßen großen Blättern lassen sich keinem der beiden Typen unterordnen; solche sind *Caldcluvia paniculata*, *Lomatia obliqua*, *Guevina avellana*, *Drimys chilensis*.

Holzpflanzen mit sehr kleinen oder tief geteilten Blättern (z. B. *Maitenus boaria*, *Edwardsia Macnabiana*) können hier nicht in gleichem Maße in Betracht kommen, da sie doch wohl nur von einem Teil der oben angedeuteten Gefahren bedroht werden; z. B. wird an ihnen infolge der relativ größeren Oberfläche die Verdunstung des sie benetzenden Wassers schneller erfolgen als an Blättern mit ungeteilter Spreite.

Auch die *Fagus*-Arten verlangen eine gesonderte Behandlung.

Ich kehre zu dem ersten der oben aufgestellten Typen zurück, als dessen prägnanteste Beispiele ich *Persea lingue*, *Aextoxicum punctatum* und *Boldoa fragrans* vor Augen habe. Die Senkrechtstellung der Blätter hat

hier den Zweck, die Strahlen der Sonne unter möglichst spitzem Winkel auffallen zu lassen. Die Einrollung nach unten schützt die bei allen hierher gehörigen Holzpflanzen auf die Unterseite der Blätter beschränkten Spaltöffnungen und wirkt so einer zu lebhaften Transpiration entgegen. Die Oberseite ist außerdem durch ihre glatte, glänzende Oberfläche, welche einen großen Teil der Strahlen reflectiert, zur Genüge gegen zu starke Insolation gesichert.

Dass diese Auffassung der Thatsache entspricht, scheint mir über jeden Zweifel erhaben, nachdem ich unzählige Male beobachtet habe, dass sehr stark beschattete Blätter (zur gleichen Tages- und Jahreszeit) horizontal stehen und flach ausgebreitet sind. Typische Schattenpflanzen, wie *Eugenia planipes*, *Laurelia aromatica* etc. haben stets horizontal stehende Blätter mit matter Oberseite.

Die beschriebene Erscheinung ist am deutlichsten sichtbar bei jungen Blättern, welche als oberste starker Belichtung sehr ausgesetzt sind und wegen ihrer relativen Zartheit eines wirksamen Schutzes bedürfen. Im allgemeinen scheinen die mechanischen Vorrichtungen (Gelenkpolster) nur auf starke Contraste der Beleuchtung zu reagieren.

Zerstreutes Licht eines trüben Tages giebt senkrecht stehenden Blättern noch keine Veranlassung, die Stellung zu ändern. Daher kommt es, dass die senkrechte Lage der Blätter den Pflanzen auch bei Regen als Schutzeinrichtung dienen kann.

Thatsächlich behalten Blätter, welche sich bei starker Insolation in auffallender Weise vertical aufgerichtet haben, die gleiche Lage im Winter bei den stärksten Regengüssen mehr oder weniger vollständig bei (Fig. 1). Dies mag zunächst überraschend erscheinen, da man nicht einsieht, wie die Pflanze unter den jetzt herrschenden ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen in den Stand gesetzt ist, mit der ihr zu Teil werdenden geringen Lichtmenge, zu deren besserer Ausnützung sie gar keine Anstalten trifft, ihren zur Assimilation erforderlichen Bedarf an chemischer Energie zu decken.

Experimentelle Behandlung der Frage würde ohne Zweifel ergeben, dass die specifische Assimilationsenergie zur Zeit der Winterregen bedeutend geringer ist als im Sommer, d. h. dass auch diese immergrünen Pflanzen eine Art von Winterruhe genießen. Diesen Eindruck bekommt jeder, der den südchilenischen Wald zur Winterszeit beobachtet.

Übrigens sei noch erwähnt, dass im Winter das Bedürfnis nach Horizontalstellung zur Ausnützung der vorhandenen Lichtmenge nicht sehr groß sein kann, da bei der in Betracht kommenden geographischen Breite zu dieser Jahreszeit die fixe Lichtlage in Bezug auf das stärkste diffuse Licht der Verticalrichtung näher liegen muss als im Sommer.

Die Vorteile, welche die senkrechte Stellung des Laubblattes zur Regenzeit bietet, liegen auf der Hand. Es ist der Gewalt des Regens weniger ausgesetzt und eine oft sehr weitgehende Einrollung nach unten

schützt die Unterseite vor dem Benetztwerden, während die Blattoberseite durch ihre panzerartige, glänzende, oft harzige Außenfläche jedem schädlichen Einfluss des Regens Widerstand leistet. Dass an den Rand des Blattes im Falle der Einrollung die Forderung besonderer Zugfestigkeit gestellt wird, ist eine weitere Folge. Das Blatt wird diesem Anspruch in den meisten Fällen durch Ganzrandigkeit gerecht, häufig auch durch Verdickung der Außenwände der Epidermiszellen, oder unter Hinzuziehung subepidermaler Zellschichten durch Ausbildung eines speciellen dickwandigen Schutzgewebes.

Es sei noch einmal kurz hervorgehoben: Als eigentliches Agens für die Senkrechtstellung ist die im Sommer starke Belichtung zu betrachten. Wenn dann im Winter, statt in die hängende Lage überzugehen, die senkrecht aufwärts gerichtete beibehalten wird, so mag diese Anpassungsform als die unter den gegebenen Verhältnissen einfachste und doch allen Anforderungen entsprechende jeder anderen vorgezogen werden.

Vielleicht darf sogar behauptet werden, dass das senkrecht stehende Blatt den in Chile herrschenden Bedingungen besser entspricht als das Hängeblatt. Wie schon erwähnt wird, ist die Luftfeuchtigkeit zeitweise überaus groß. Ist der Regen vorbei, so trocknet das stehende Blatt, wie ich oft beobachtete, schnell und vollkommen, weil es seine Fläche dem Winde preisgiebt; infolge der labilen Gleichgewichtslage ist nämlich das stehende Blatt auf eine sehr feste Anheftung angewiesen, giebt also nicht wie das Hängeblatt der bewegenden Gewalt des Windes nach.

Wenn nun einerseits die Form und Stellung der Laubblätter des Typus I durch Vorteile, welche der Pflanze daraus erwachsen, gerechtfertigt erscheint, so muss andererseits zugegeben werden, dass die durch diese Anpassung an die herrschenden Verhältnisse gewonnenen Eigentümlichkeiten in anderer Hinsicht nachteilige Folgen für die Pflanze haben könnten. Es könnte z. B. der Einwurf gemacht werden, dass eine derartige Wasserableitung vielleicht den Stamm schädigt. Ein großer Teil des von den Blättern ablaufenden Wassers wird über ihn seinen Weg nehmen.

Dies ist nicht der Fall bei vielen Bäumen, deren Krone dachartig ausgebreitet ist, z. B. *Escallonia pulverulenta* und *revoluta*, *Eucryphia cordifolia*, *Aextoxicum punctatum* u. a.

Auf viele Holzpflanzen aber möchte die folgende Erklärung Anwendung finden:

Es ist bemerkenswert, dass bei einer großen Anzahl chilenischer Waldbäume die Rinde eine glatte, fast nie brüchige Oberfläche besitzt (besonders Myrtaceen). Sie bietet deshalb keinen Platz für die Ansiedelung einer Epiphytenflora, deren Entwickelung allerdings durch reichliche Befeuchtung begünstigt würde. (Gegensatz: *Fagus obliqua* und andere Arten bilden mit ihrer zerschlissenen Rinde einen so beliebten Aufenthalt für *Usnea*, *Ramalina*, *Myzodendron*, dass die weißen Büschel dieser Gewächse

stellenweise das Vegetationsbild charakterisieren [s. vorige Arbeit]). Ein anderer scheinbarer Nachteil liegt in der Gefahr, dass die dem Wind sehr preisgegebenen Blätter leicht abgebrochen werden können, besonders ist dies zu befürchten bei freistehenden Bäumen. Auch diese Gefahr kommt bei den meisten chilenischen Bäumen in Wegfall und zwar entweder wieder durch die schirmförmige Gestalt der Laubkrone (s. oben), welche dem Winde eine möglichst kleine Fläche darbietet und zugleich gestattet, dass sich die Blätter gegenseitig schützen, oder durch kugelförmigen Wachstumshabitus (*Boldoa fragrans*), welcher den Vorteil weitgehendster Raumausfüllung bietet.

Dass die Schirmgestalt der chilenischen Bäume (außer anderen Factoren, z. B. Lichthunger) vielfach der Wirkung des Windes zuzuschreiben ist, zeigen in überzeugender Weise *Fagus Dombeyi* und *Araucaria imbricata*; erstere ist im Thale Etagenbaum, auf Höhen Schirmbaum, letztere zeigt an geschützten Stellen die Regelmäßigkeit einer Tanne, an windigen gleicht sie, von ferne gesehen, einer Palme.

Ehe ich zur Betrachtung des zweiten Typus, der in *Aristotelia maqui* seinen deutlichsten und überaus stark verbreiteten Repräsentanten besitzt, übergehe, sei die Frage aufgeworfen: »Welcher Grund mag dafür gelten, dass die Vertreter dieses Typus von der anderen für den chilenischen Laubwald offenbar charakteristischen Form abweichen?«

Vergleicht man *Aristotelia maqui* mit anderen chilenischen Laubhölzern, so fällt auf den ersten Blick die Verschiedenheit im Habitus auf. Man wäre geneigt, *Maqui* für einen blattwechselnden Baum zu halten.

Der Schluss, dass er diese Eigenschaft früher vielleicht besessen hat, wäre kein zu kühner, wenn man bedenkt, dass er im Frühjahr einen Teil seiner Blätter abwirft. Nur die günstigen klimatischen Verhältnisse veranlassen ihn, dieselben den Winter über zu behalten; die anderen Vertreter des Typus II stimmen in dieser Hinsicht mit *Maqui* überein, oder verlieren ihre Blätter schon im Herbst. Es leuchtet ein, dass die Blätter dieser Pflanzen — einem allverbreiteten Princip der Materialersparnis zufolge — nicht auch lederartig sein können, oder wenigstens nicht in dem Maße, wie die wahrhaft immergrünen. Der Verlust, welchen die Pflanze alljährlich erleiden würde, wäre zu groß.

Bei der viel zarteren Beschaffenheit des Blattgewebes kann die aufrechte (labile) Stellung nicht eingenommen werden, die Blätter folgen dem Gesetz der Schwerkraft und nehmen die Lage des stabilen Gleichgewichts ein. Die vertical abwärts gerichtete Blattstellung ist bei *Maqui* ungemein auffallend. Sie hat, wie aus vergleichender Beobachtung sonniger und schattiger Standorte hervorgeht, die gleiche Bedeutung wie die aufwärts gerichtete Lage der Blätter des ersteren Typus: Abschwächung der Insolation; diesem Zwecke dient ferner die Faltung der beiden Blatthälften nach

oben unter Bildung einer Längsrinne. Bei Schattenexemplaren ist die Spreite horizontal gestellt und flach ausgebreitet.

Soweit herrscht, wie man sieht, große Übereinstimmung zwischen den beiden Typen.

Natürlich kann die vertical hängende Lage zweckmäßig beibehalten werden, wenn es sich um die Ableitung des Regenwassers handelt. (Von einer Pflanze, deren Blätter im Frühjahr abfallen, kann man nicht erwarten, dass ihre Assimilationsthätigkeit im Winter bedeutend sei. Für eine annähernde Horizontalstellung zur Ausnutzung des Lichtes liegt also auch hier kein zwingender Grund vor.) Während aber die Blätter des ersten Typus an der vorderen Blatthälfte abgerundet sind — zuweilen höchstens mit einer kurzen Stachelspitze versehen —, sind diejenigen des zweiten Typus in eine Spitze (bei *Buddleya globosa* von bedeutender Länge) ausgezogen. Nach den vorausgehenden Ausführungen kann doch wohl kaum daran gezweifelt werden, dass diese Verlängerung der Blattspitze als Träufelspitze zu deuten ist.

Welche Erklärung ließe sich dafür geben, dass gerade die hängenden, nicht aber die stehenden in eine lange Spitze ausgezogen sind? Es scheint mir, dass die chilenischen Vertreter des Typus der Träufelspitze weniger durch auffallende Ausbildung dieses Organes, als vielmehr durch jenen bemerkenswerten Gegensatz den Beweis dafür liefern, dass die genannte Eigentümlichkeit in keiner anderen als der angegebenen Weise gedeutet werden kann. Außer durch *Aristotelia maqui* und *Buddleya globosa* ist die Erscheinung freilich, wie schon erwähnt wurde, durch wenige Arten vertreten, was wohl in der geringen Anzahl von blattwechselnden Bäumen seinen Grund hat.

In gleicher Weise erklärt sich die Thatsache, dass im antarktischen Urwald sogen. Träufelspitzen fast nicht zu finden sind. Alle Holzgewächse sind immergrün und mit sehr kleinen oder aufrecht stehenden Blättern versehen.

Es ist mir nur eine Pflanze bekannt, deren Blätter lederartig und zugleich hängend und stark zugespitzt sind, nämlich *Lapageria rosea*. Es scheint mir unwahrscheinlich, dass bei dieser im Walddickicht wachsenden Liane die Verlängerung der Blattspitze als Schutzvorrichtung aufzufassen ist. (Man müsste sonst gleiches von *Lardizabala biternata* und *Boquila trifoliata* erwarten.)

Ähnlich verhält es sich mit den Dioscoreen, deren Blätter sehr lang zugespitzt sind (vergl. auch Reiche, Vegetationsverh. am Unterlauf des Rio Maule. Engl. Bot. Jahrb. XXI. p. 36). Freilich liegt der Fall hier insofern etwas anders, als diese nicht ausdauernden Pflanzen gerade zur Zeit der Winterregen den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreichen und im Sommer vielfach vertrocknen. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, dass die dem Boden angepressten Arten dieser Familie, z. B. *D. humifusa*, deren meist

horizontal ausgebreitete Blätter aus einer Träufelspitze keinen Nutzen ziehen könnten, im Gegensatz zu den anderen auffallend kurze, mehr abgerundete Blätter besitzen.

Unter denjenigen Bäumen, welche sich keinem der beiden Typen unterordnen lassen, scheinen mir einige einer speciellen Betrachtung wert zu sein. *Lomatia obliqua* und *Guevina avellana* sind durch ihre überaus harten, zum Teil durch Idioblasten (nach REICHE, s. oben) gestützten Blattspreiten vor anderen ausgezeichnet und kämpfen ohne weitere Schutzeinrichtung mit Erfolg gegen jede Ungunst der Witterung an.

Drimys chilensis wächst meist an sehr schattigen Stellen und breitet deshalb seine Blätter horizontal aus. Der Mangel an Schutzeinrichtungen gegen die Folgen stehenbleibenden Regenwassers rächt sich aber bei ihm. Kein Baum des südchilenischen Waldes wird so sehr von zum Teil oberflächlich wachsenden Pilzen heimgesucht wie *Drimys chilensis*. GAY beschreibt (Bd. VII und VIII) als Parasiten auf Drimysblättern *Sphaeronema clavatum*, *Meliola corallina*, *Asterina compacta*, *Lembosia Drimydis*, *Depazea Drimydis*, *Septoria Drimydis*; ich beobachtete außerdem *Asterina Azarae* und *Antennaria scoriadea*. Freilich muss bemerkt werden, dass die Senkrechtstellung bei der eigenartigen Anordnung der Laubblätter nicht gut oder nur zum Teil durchführbar ist. *Drimys chilensis* teilt nämlich mit anderen Magnoliaceen die Eigenschaft, dass die Blätter am Ende der Zweige büschelartig angehäuft sind. Es sei nebenbei auf die interessante Analogie hingewiesen mit Bäumen, welche in sehr feuchtem Klima gedeihen und diese Büschelbildung in typischer Weise zeigen (*Robinsonia* auf Juan Fernandez nach JOHOW[1]), *Jagera serrata* im Buitenzorger botanischen Garten nach HABERLANDT[2]).

Ich komme schließlich zu der oben angedeuteten Besprechung der *Fagus*-Arten.

Diese Pflanzen (es sind 11 Arten) passen in Bezug auf ihren biologischen Charakter ebensowenig in das Gesamtbild der chilenischen Waldflora, wie sie als Fremdlinge erscheinen in systematischer Hinsicht. Ein Teil derselben, *F. obliqua*, *procera*, *pumilio*, verlieren ihre Blätter im Winter, die übrigen haben sich die Gunst des milden Klimas zu Nutze gemacht und sind immergrün geworden. Die Blätter der letzteren haben damit die lederartige Consistenz angenommen. Dies ist aber das einzige bedeutende Zugeständnis, welches sie den klimatischen Verhältnissen gemacht haben. Die Verzweigungsform ist bei immergrünen wie blattwechselnden dieselbe, typisch nordische. Horizontal breiten sich die Zweige aus, und horizontal stehen die Blätter, wie diejenigen der meisten nordeuropäischen Laubbäume, welche darauf angewiesen sind, in erschöpfender

1) Nach mündlicher Mitteilung.

2) Botanische Tropenreise p. 101.

Weise das zerstreute Tageslicht auszunützen. Auch den gezähnten oder sogar doppelt gezähnten Rand besitzen alle.

Besonders die blattwechselnden Formen konnten ungehindert ihre angestammte Eigenart beibehalten. Zwar stellen sich im Laufe des Sommers eine große Anzahl von Blattkrankheiten ein. Dies hat aber höchstens zur Folge, dass die Blätter 1—2 Monate früher abfallen als im gesunden Zustand. *Fagus procera* besitzt sogar Blätter von ansehnlicher Größe ohne jede Spur von denjenigen Anpassungen, welche die Laubblätter anderer Bäume erworben haben.

Die immergrünen *Fagus*-Arten hingegen mussten mit der schlechten Jahreszeit rechnen (*F. Dombeyi*, *betuloides*, *antarctica* etc.). Abgesehen von der lederartigen Consistenz zeichnen sich ihre Blätter durch auffallend kleine Oberfläche aus. Sie ahmen dabei fast das gefiederte Blatt nach, welches wohl besser als jedes andere der mechanisch zerstörenden Gewalt des Regens ausweicht. Einrichtungen zur Abschwächung der Insolation scheinen den immergrünen Buchen zu fehlen, man müsste denn als solche die relativ glänzende Oberseite der Blätter auffassen, an welcher das Licht leicht reflectiert wird. Übrigens sind diese Pflanzen auf die regenreichen subandinen Regionen und Thäler der Küstencordillere beschränkt; nur südlich von Valdivia, wo die Sommerhitze durch häufige Regengüsse gemildert wird, bilden sie ausgedehnte Wälder in der Ebene.

Am besten sind *F. obliqua* und *pumilio* gegen ein Übermaß der Transpiration geschützt; deshalb gedeiht erstere noch in nördlicher gelegenen Provinzen sowie in bedeutender Meereshöhe; letztere ist sogar auf die höchsten Regionen der beiden Cordilleren beschränkt und bildet mit *Araucaria imbricata* die Baumgrenze. Die Schutzeinrichtung besteht hier in einer mehr oder weniger vollkommen wellenförmigen Biegung oder Kräuselung der peripherischen Teile des Blattes; sie ist am deutlichsten bei *F. pumilio*, fehlt aber an Schattenexemplaren.

Ich weiß nicht, ob je schon die Frage discutiert wurde, warum wohl ein Teil der chilenischen Buchen immergrün ist, ein anderer Teil die Blätter verliert. Meiner Ansicht nach liegt in dem oben Gesagten die Antwort darauf. Im äußersten Süden Chile's — der Heimat von *F. Dombeyi*, *F. betuloides*, *F. antarctica* — ist der Gegensatz zwischen Sommer und Winter sehr verwischt. Von Seefahrern wird sogar behauptet, der Sommer sei reicher an Regentagen, was nicht unwahrscheinlich ist.

Einem derartigen Klima entspricht aber das immergrüne, widerstandsfähige Blatt am besten, umsomehr, als die Pflanze dann in den Stand gesetzt ist, auch die zahlreichen schönen Wintertage auszunützen.

In Mittelchile (33—40°) sind Sommer und Regenzeit scharf differen-

ziert, was sich in den Lebensgewohnheiten der dort wachsenden — blattwechselnden — Buchen ausdrückt.

Der Blütenbiologie ist in der Arbeit von Reiche über den Rio Maule (l. c. p. 39) ein besonderer Abschnitt gewidmet. Vieles von dem, was dort sowie im Decemberheft 1894 der Anales de la Universidad gesagt ist, müsste hier wiederholt werden. Ich begnüge mich damit, auf eine Erscheinung aufmerksam zu machen, welche eine interessante Analogie zu anderwärts — in regenreichen Gegenden — gemachten Beobachtungen darstellt. Eine ziemlich große Anzahl von Pflanzen blüht während der Regenzeit (*Boldoa fragrans*, *Guevina avellana*, *Dioscorea*-Arten, *Colletia spinosa*, *Drimys chilensis*, *Boquila trifoliata*, *Codonorchis Poeppigii*, *Luzuriaga radicans* u. a.). Die Blüten aller dieser Pflanzen haben reinweiße Farbe.

Reiche unterwirft (l. c. p. 40) die Früchte des von ihm behandelten Gebietes von dem Gesichtspunkt der Verbreitungsmittel einer speciellen Betrachtung. Seine Ausführungen dürften ohne nennenswerte Modification auch auf die Vegetation südlicher gelegener Gegenden anwendbar sein. Für die Früchte vieler Bäume fällt die Reife in den Beginn der Regenperiode, und es wäre deshalb die Vermutung nicht unberechtigt, dass sich dieselben in engerer Weise den aus regenreichen tropischen Gegenden bekannt gewordenen Beispielen anschließen, umsomehr, da ihre Natur in Folge der kürzeren Vegetationsdauer durch eine geringere Anzahl Factoren bestimmt wird als diejenige der Blätter.

Dem steht zunächst entgegen, dass, entsprechend dem warm gemäßigten Klima, die Beerenfrüchte in weit überwiegender Anzahl auftreten (*Persea lingue*, *Aristotelia maqui*, *Boldoa fragrans*, *Solanum*-Arten, alle Myrtaceen, alle *Azara*-Arten, *Aextoxicum punctatum*, *Citharexylon cyanocarpum*, *Gaultheria*- und *Pernettya*-Arten, Berberideen etc.). Die Balgkapseln und Kapseln aber, welche hier in erster Linie in Betracht kommen, besitzen teilweise sehr deutliche Träufelspitzen, z. B. *Crinodendron Hookerianum*, *Tricuspidaria dependens*, *Edwardsia microphylla*, *E. chilensis*, *Elytropus chilensis*, *Embothrium coccineum* u. a. (s. Abb.). Die Früchte von *Crinodendron Hookerianum*, einer Charakterpflanze des antarktischen Urwalds, haben große Ähnlichkeit mit derjenigen von *Tricuspidaria dependens*, welche an der Nordgrenze des chilenischen Regengebietes vorkommt. Letztere Pflanze blüht spät, bringt also ihre Früchte spät zur Reife und mag wohl bei den heftigen Regengüssen des Winters aus einer Träufelspitze Nutzen ziehen. Ähnlich verhält sich *Edwardsia Macnabiana* und *E. chilensis*. Bei letzterer, welche das gleiche Verbreitungsgebiet wie *Tricuspidaria dependens* hat, ist die Träufelspitze nicht sehr ausgeprägt. *E. Macnabiana* aber, ein Charakterbaum des Südens und subandinen

Hochwalds, hat sehr eigentümliche Früchte. Die Gliederhülsen sind mit Längsleisten versehen, und eine sehr lange Spitze kommt in der Regel dadurch zu Stande, dass die letzten Glieder der Hülse verkümmern. Die Längsleisten haben wohl die Function der capillären Herableitung des zwischen den Gliedern zurückgehaltenen Wassers übernommen. Beide Eigentümlichkeiten fehlen bei *E. chilensis*. *Elytropus chilensis* hat langgestreckte, zugespitzte Balgkapseln, welche sich zu je zwei spiralig umwinden. Die lang eiförmigen Balgfrüchte von *Embothrium coccineum* sind in eine deutliche Träufelspitze verlängert.

Wenn nur ein geringer Teil der chilenischen Waldbäume mit der für die Ableitung des Regenwassers wirksamsten Einrichtung der Träufelspitzen versehen ist, die meisten hingegen in viel weniger vollkommener Weise ihren Schutz gegen den Regen in der Senkrechtstellung der Blätter zu suchen scheinen, so mag dies teilweise darin seine Erklärung finden, dass gerade die Blätter dieser letzteren durch ihre anatomische Structur schon hinreichend geschützt sind, um den Kampf ums Dasein erfolgreich zu bestehen.

In großer Allgemeinheit kann constatiert werden, dass die Cuticula beim ausgebildeten Blatt in außerordentlicher Weise auf Kosten des Lumens der Epidermiszellen, welches oft eine weitgehende Reduction erleidet, an Mächtigkeit gewonnen hat.

Die Epidermis verliert damit die Bedeutung eines Wasserspeicherungssystems. Abgesehen von der geringen Menge Wasser, welche in diesen englumigen Zellen Platz findet, ferner von der durch die Dickwandigkeit der Zellen erschwerten Transportation desselben, könnte dieses Gewebe auch insofern der Aufgabe der Wasserversorgung nicht mehr gerecht werden, als die Zellen die Fähigkeit zu collabieren verloren haben[1].

Das Bedürfnis nach einem Wassergewebe nimmt aber auch ab, je mehr man sich denjenigen Gegenden nähert, in welchen die Zahl der Regentage annähernd die Hälfte des Jahres oder mehr beträgt. Dagegen steigt das Bedürfnis eines kräftigen, panzerartigen Schutzes gegen parasitische Pilze. In der That sind die Blätter der immergrünen Pflanzen des südlichen Chile selten von solchen Pilzen heimgesucht, deren Keimschläuche die Epidermis durchbohren. Nur tierische Feinde (z. B. Phytoptus, Thrips, Cecidomyia) und oberflächlich wachsende Pilze richten oft arge Verwüstungen an.

Die genannten Erscheinungen kann man beobachten an: *Desfontainea Hookeri*, *Ercilla volubilis*, *Lomatia ferruginea*, *L. dentata*, *L. obliqua*, *Embothrium coccineum*, *Adenopeltis Coliguaya*, *Aextoxicum punctatum*, *Citharexylon cyanocarpum*, *Persea lingue*, *Eucryphia cordifolia*, *Flotowia dia-*

---

1) HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanatomie p. 71.

canthoides, *Pepualia stipularis*, *Eugenia apiculata*, *Temu divaricatum* und vielen anderen.

Von denjenigen Blättern, deren Epidermis die Function der Wasserspeicherung erkennen lässt, — sie sind auf die Nordgrenze des behandelten Gebietes beschränkt — erweisen sich einige durch Stellung, Form und isolateralen Bau als typische Thaublätter. Es gehören dahin *Coliguaya odorata*, *Duvaua dependens*, *Baccharis concava*, *B. rosmarinifolia*, *Quillaia saponaria*, (*Loranthus verticillatus*).

Eine mehrschichtige Epidermis besitzen *Boldoa fragrans*, *Decostea scandens*, *Gaultheria vernalis*, *Puya*-Arten, alles Pflanzen, welchen bei ihrem sonnigen Standort eine Schutzeinrichtung gegen Austrocknung sehr zu statten kommt. Das Durchlüftungsgewebe (Schwammparenchym) ist in diesen Fällen meist von geringer Mächtigkeit.

Verschiedene *Gaultheria*- und *Pernettya*-Arten spielen im antarktischen Urwald eine ungemein wichtige Rolle; sie übertreffen stellenweise alle anderen Pflanzen an Individuenanzahl.

Trotz der großen Feuchtigkeit, die dort jahraus jahrein herrscht, besitzen sie eine mehr (2—3-)schichtige Epidermis, welche aber wohl nicht als Wassergewebe betrachtet werden kann, was schon aus der starken Verdickung der radialen Zellwände hervorgeht. Wozu bedürfen aber diese Pflanzen einer mehrschichtigen Epidermis? Wäre es in diesem Falle nicht vielleicht gestattet, an eine weitere Nebenfunction derselben zu denken, etwa an die eines Ausgleichs plötzlicher Temperaturschwankungen, welche in jenen Gegenden nicht unbedeutend sind, aber selten 0° erreichen? Das Wassergewebe würde demnach einen die Pflanze umhüllenden Wassermantel darstellen, und da die specifische Wärme des Wassers höher ist als diejenige jedes anderen Körpers, heftige Temperaturwechsel mildern.

Die blattwechselnden *Fagus obliqua*, *procera* und *pumilio* zeigen bemerkenswerte Unterschiede in der anatomischen Structur der Blätter gegenüber den immergrünen, z. B. *F. Dombeyi*. Bei ersteren ist das Palissadengewebe relativ mächtiger entwickelt als bei den wintergrünen Arten. Auch das Schwammparenchym nimmt durch seinen großen Chlorophyllgehalt regen Anteil an der Assimilationsthätigkeit. Die Epidermis ist bei *F. Dombeyi* ziemlich reduciert, ihre Zellen englumig, die Cuticula stark verdickt; das auffallendste Gegenstück dazu bietet *F. pumilio*, bei welcher die Epidermis ein wohl entwickeltes Wassergewebe darstellt.

Diese Erscheinungen lassen sich wohl in der Weise deuten, dass die blattwechselnden Arten in jeder Weise danach streben müssen, die Vegetationsdauer auszunützen. Die Zartheit der Blätter lässt eine reichlichere Durchlichtung zu; dem entspricht die Menge von Blattgrün im Schwammparenchym. Die Pflanze wird durch diese erhöhte Assimilationsthätigkeit

in den Stand gesetzt, Reservestoffe zu erzeugen, wozu die immergrünen Arten nur in beschränktem Maß genötigt sind.

Die in bedeutender Meereshöhe wachsende *F. pumilio* braucht infolge erhöhter Transpiration ein kräftiges Wassergewebe.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VI.

Fig. 1. Zweigstück von *Aextoxicum punctatum* mit aufrecht stehenden, der Sonne resp. dem Regen ausgesetzten Blättern (auf der Unterseite punktiert).

Fig. 2. Blatt von *Persea lingue* in Schattenstellung.

Fig. 3, 4, 5. Blätter von *Aristotelia maqui* und zwar:
Fig. 3 der Sonne resp. dem Regen ausgesetzt.
Fig. 4 u. 5 teilweise und stark beschattet.

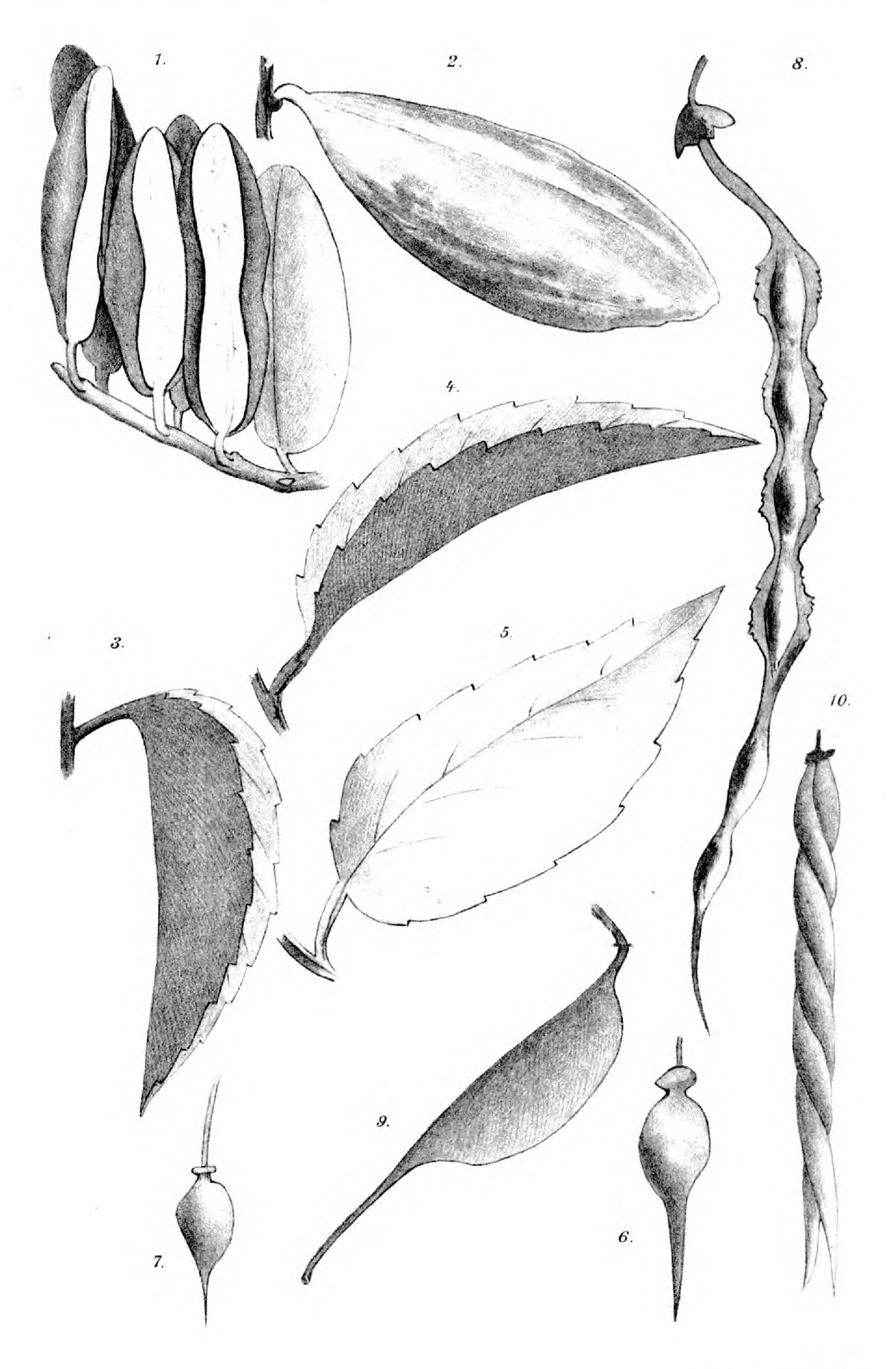
Fig. 6. Frucht von *Crinodendron Hookerianum.*

Fig. 7. » » *Tricuspidaria dependens.*

Fig. 8. » » *Edwardsia Macnabiana.*

Fig. 9. » » *Embothrium coccineum.*

Fig. 10. » » *Elytropis chilensis.*



Lith. Anst. v. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag v. Wilhelm Engelmann, Leipzig.